



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 11 547 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 60 R 16/02**  
G 01 C 19/56

⑦① Aktenzeichen: 198 11 547.4  
⑦② Anmeldetag: 18. 3. 98  
⑦③ Offenlegungstag: 23. 9. 99

**DE 198 11 547 A 1**

⑦① Anmelder:  
ITT Manufacturing Enterprises, Inc., Wilmington,  
Del., US  
  
⑦④ Vertreter:  
Blum, K., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 65779 Kelkheim

⑦⑦ Erfinder:  
Burgdorf, Jochen, 63075 Offenbach, DE; Lohberg,  
Peter, 61381 Friedrichsdorf, DE; Loreck, Heinz,  
65510 Idstein, DE; Burghardt, Roland, 60439  
Frankfurt, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Sensormodul

**DE 198 11 547 A 1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung dient der Erfassung, Aufbereitung, Vorverarbeitung und Verrechnung von Signalen, die sich als Abbild unterschiedlicher physikalischer Parameter durch Anbringen von sensorisch wirksamen Wandlerkörpern an den baulichen Bestandteilen eines Fahrzeuges gewinnen lassen. Die Erfindung ist allgemein verwendbar, dient jedoch vorrangig der Anwendung im Kraftfahrzeug, insbesondere in Verbindung mit elektronisch geregelten Bremssystemen und elektronisch geregelten Lenkungs-einrichtungen.

Ein Grundgedanke der Erfindung besteht in der spezifischen Kombination von sensorisch/aktorisch wirksamen Minimalbausteinen (SAWM) und hochintegrierten DSP-Systemen (DSP = Digitaler Signal Prozessor) zu Sensormodulen. Die SAWM umfassen die fein- oder mikromechanisch ausgebildeten Wandlerkörper, die unter Nutzung elektro-physikalischer Effekte aus Mikrobewegungen elektrische, sensorische Signale erzeugen oder umgekehrt auf elektrisch zugeführte Signalenergie mit Mikrobewegungen reagieren sowie die zugehörigen minimal erforderlichen elektronischen Betriebsschaltungen. Als Beispiel für ein SAWM sei die Quarzstimmgabel eines Gierratensensors genannt, deren Zinkenbewegung durch Aufprägen elektrischer Wechselladungen über Elektroden zum Oscillieren in die eine Raumrichtung angeregt wird während gleichzeitig in einer anderen Raumrichtung über Elektroden elektrische Wechselladungen abgegriffen werden, die unter Einfluß der Corioliskraft entstehen. Der Verstärker zum Antrieb der Zinkenbewegung und der Ladungsverstärker zum Abgriff erzeugter Ladungen infolge Corioliskraft bilden mit der elektrodenbesetzten Stimmgabel ein SAWM im Sinn der Erfindung.

Unter DSP-System wird, dem Stand der Technik folgend, eine Funktionskette oder Teile von ihr verstanden, wie sie in Fig. 1a zur Erläuterung dargestellt ist. Es bedeuten:

- TPF Tiefpaßfilter/-funktion
- S/H Abtast- und Halteglied
- ADC Analog/Digital-Wandler
- DSP Digitaler Signalprozessor
- DAC Digital/Analog-Wandler.

Zur Vereinfachung der Erläuterungen werden (TPF, S/H, ADC) zu ADE und (DAC, TPF) zu DAA zusammengefaßt, siehe Fig. 1b.

Der Erfindungsgedanke wird am Anwendungsbeispiel von Gierratensensoren erläutert, bei dem die unter der Gierbewegung auftretenden Corioliskräfte an Vibrationskörpern genutzt werden, um auf die Gierrate zurückzuschließen. Derartige Gierratensensoren sind vielfältig bekannt. Als Vibrationskörper finden Zylinder, Prismen, Stimmgabeln, mikromechanisch erzeugte Gebilde aus Silizium oder Quarz Anwendung. Fig. 1c zeigt ein vereinfachtes Funktionsprinzip derartiger Gierratensensoren. Das Gehäuse (1) enthält den Vibrationskörper (Wandlerkörper) (2), dem an bestimmten Orten (3) eine elektrische Wechselspannung  $A \cdot \sin(\omega t)$  über Elektroden zugeführt wird und von dem an bestimmten anderen Orten (4) eine elektrische Wechselspannung  $B(GR) \cdot \sin(\omega t)$  über Elektroden abgegriffen wird: Der Vibrationskörper wird an den Orten (3) zu mechanischen Vibrationen in eine erste Raumrichtung angeregt. Wird der Vibrationskörper um die Gierachse  $z$  bewegt, treten an den Orten (4) unter dem Einfluß von Corioliskräften zusätzliche Vibrationen in eine zweite Raumrichtung auf, deren Amplituden sich in Abhängigkeit von der Gierrate  $GR$  ändern. Die Amplitude  $B(GR)$  des abgegriffenen Signals ist damit ein Maß für die Gierrate. Sie wird durch Multiplikation der bei-

den Spannungen  $A \cdot \sin(\omega t)$  und  $B(GR) \cdot \sin(\omega t)$  in einer Mischstufe (5) mit nachfolgendem Tiefpaß (6) zurückgewonnen und steht dann als Analogsignal zur Verfügung. Die antreibende Spannung wird von einem Oscillatormetzwerk (7) geliefert. Die abgegriffene Spannung wird mehrstufig vorverstärkt und gefiltert (8).

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen einen Gierratensensor gemäß Fig. 2 aus folgenden drei Grundkomponenten aufzubauen:

- Wandler (9), bestehend aus (1, 2, 3, 4)
- Minimal erforderliche Betriebsschaltung (10) des Wandlers
- DSP mit integriertem CAN (Controller Area Network) (11)

Hierbei übernimmt der DSP folgende Systemfunktionen:

- Bereitstellung eines Treibersignales/Treiberspannung zur Anregung des Vibrationskörpers an den Orten (3) über DAA
- Aufnahme der Signale des Vibrationskörpers von den Orten (4) über ADE
- Verarbeitung des ADE-Signals mit spezifischen algorithmischen Verrechnungen und Filterungen zur Gewinnung einer Zahlengröße für die Gierrate  $GR$
- Wandlung der Zahlengrößen  $GR$  in CAN-Daten und Transfer auf den CAN-Bus

Die minimal erforderliche Betriebsschaltung enthält

- eine minimale elektronische Anpaß- bzw. Treiberstufe (12)
- eine minimale elektronische Ladungs- bzw. Vorverstärkerstufe (13)

Die Grundkomponenten (9) und (10) bilden einen SAWM im Sinn der Erfindung.

In einer erweiterten Ausführungsform der Erfindung, siehe Fig. 3, sind die Grundkomponenten (9) und (10) zu einer gemeinsam gehäuseten Komponente, einem kompakten SAWM (14) zusammengefaßt, der nur noch mit den zugehörigen DSP-Ein-/Ausgängen verbunden werden muß.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform, siehe Fig. 3, verfügt der DSP über zusätzliche ADE, an die ein weiterer Sensor (15) angeschlossen werden kann, insbesondere ein Beschleunigungssensor A.

In einer nochmals erweiterten Ausführungsform, siehe Fig. 4, verfügt der DSP über mehrfache ADE und DAA, so daß sowohl mehrere SAWM als auch mehrere weitere Sensoren angeschlossen werden können. Im Fall nach Fig. 4 sollen die beiden SAWM (16), (17) insbesondere zur redundanten Messung der Gierrate dienen, wobei der Wandlermechanismus unterschiedlichen physikalischen Prinzipien zugehörig sein kann und die Sensoren (18), (19) sollen Beschleunigungsmesser sein. Hierbei übernimmt der DSP folgende Systemfunktionen:

- Bereitstellung eines Treibersignales/Treiberspannung zur Anregung der beiden SAWM
- Aufnahme der Signale von den beiden SAWM
- Aufnahme der Signale von den beiden Beschleunigungssensoren
- Verarbeitung der Signale mit spezifischen algorithmischen Verrechnungen und Filterungen zur Gewinnung von redundanten Zahlengrößen für die Gierrate  $GR$  und Zahlengrößen für die Beschleunigungen
- Berechnungen zur Datensicherheit und zur augen-

blicklichen Fahrstabilität

– Wandlung der Zahlengrößen GR in CAN-Daten und Transfer auf den CAN-Bus

#### Patentansprüche

Sensormodul, insbesondere für KFZ-Regelungssysteme, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieser aus der baulichen und/oder funktionellen Kombination von sensorisch und/oder aktorisch wirksamen Minimalbausteinen (SAWM) mit hochintegrierten DSP-Schaltungen oder DSP-Systemen (DSP = Digitaler Signal Prozessor) besteht.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

5

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

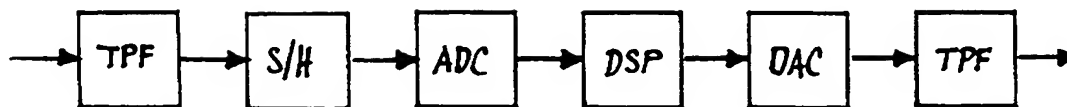


Fig. 1a

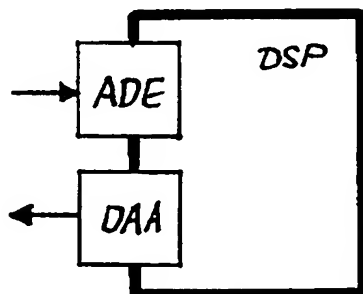


Fig. 1b

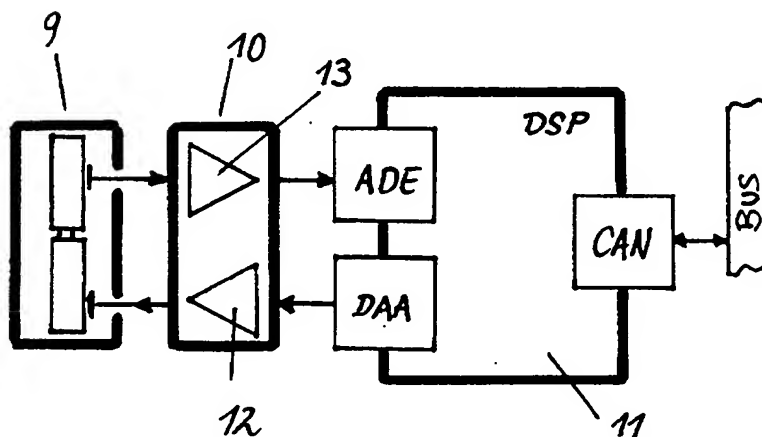


Fig. 2

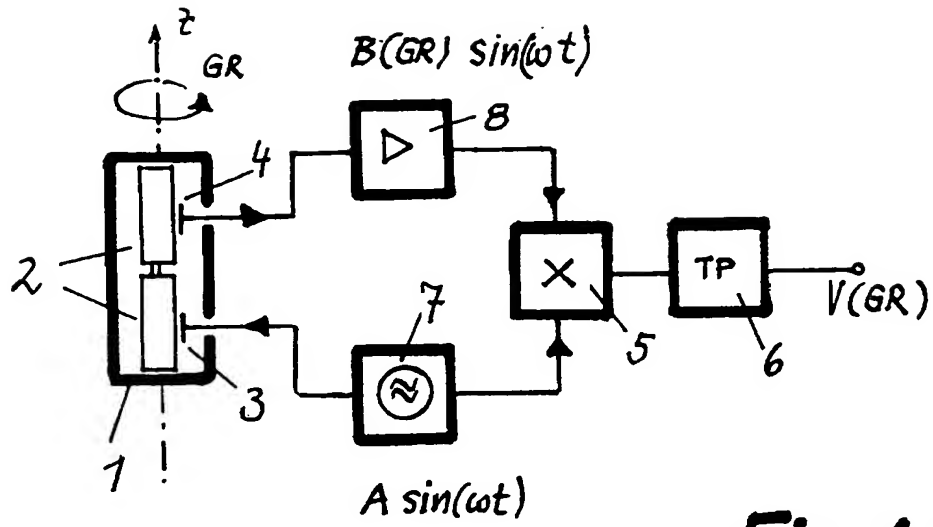


Fig. 1c

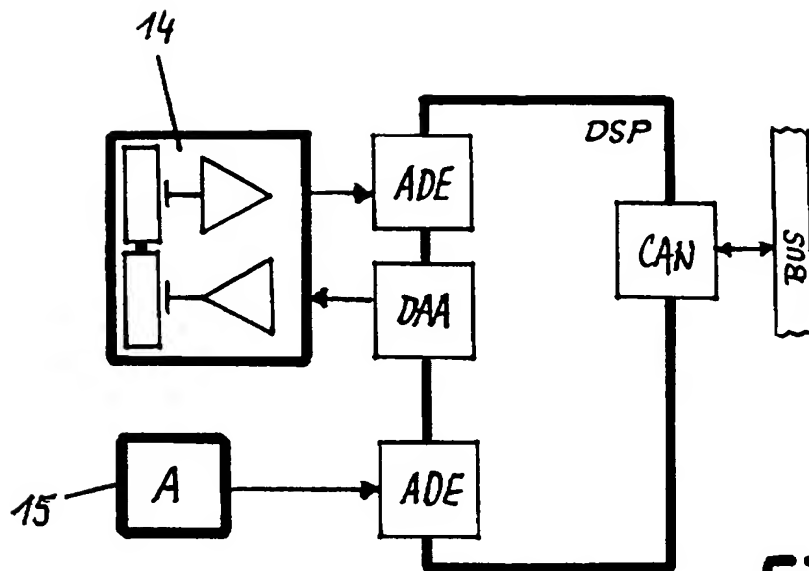


Fig. 3

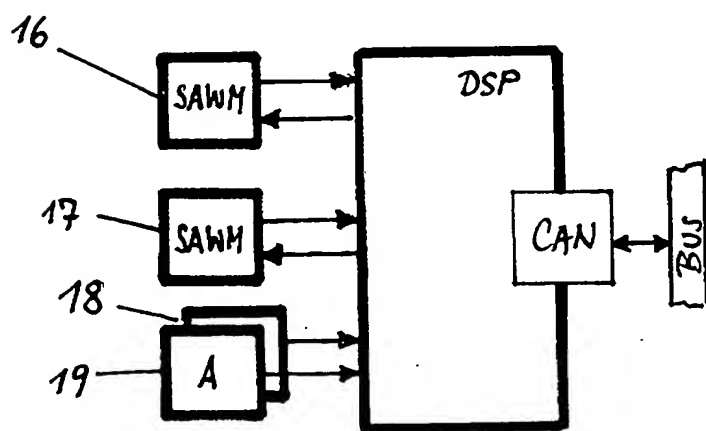


Fig. 4